Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol. | 26 | 121–136 | München, 31. 12. 1986

Ablagerungsmodell und Faziesentwicklung der subalpinen Unteren Brackwasser-Molasse Oberbayerns

Von Doris Barthelt*)

Mit 4 Abbildungen und 2 Tafeln

Kurzfassung

Bio- und lithofazielle Analysen in der subalpinen Unteren Brackwasser-Molasse Oberbayerns ermöglichen den Vergleich mit einem rezenten Ablagerungsraum am Golf von Papua/Neu-Guinea. Aus dem resultierenden Faziesmodell lassen sich die Besonderheiten in der vertikalen Entwicklung der Unteren Brackwasser-Molasse ableiten.

Abstract

Bio- and lithofacial analysis of the subalpine ,,Untere Brackwasser-Molasse" in Upper Bavaria enable to draw comparisons with a recent area of deposition in the coastal realm at the Gulf of Papua/New Guinea. From the resulting facies interpretation the pecularities of the vertical development of the ,,Untere Brackwasser-Molasse" can be deduced.

Einleitung

Im Bereich der subalpinen Molassemulden und des aufgestellten Flügels der südlichen Vorlandmolasse im Gebiet zwischen Lech und Inn wurden die gemischten Brackwasser-Ablagerungen (Cyrenenschichten i. w. S. bzw. Flözmolasse) zwischen den limno-fluviatilen Vorstößen der Bunten Molasse von Westen und den verbleibenden vollmarinen Tonmergel-Schichten im Osten im Zeitbereich Chatt und Aquitan untersucht (s. Abb. 1).

Neben ausgewählten Obertage-Aufschlüssen bildete vor allem Bohrungsmaterial der ehemaligen oberbayerischen Pechkohleprospektion (Bohrbeschreibungen und -profile sowie noch vorhandene Bohrkerne) die Voraussetzung zur Durchführung bio- und lithofazieller Analysen. Es standen Bohrberichte und -profile über rund 32000 Bohrmeter aus insgesamt 134 zumeist gekernten Flach- bzw. Tiefbohrungen zur Verfügung, die in den Jahren 1952–1959 im Gebiet zwischen Peiting und Miesbach abgeteuft worden waren. Durch günstige Umstände war es möglich, die noch aus neun Bohrungen (s. Abb. 2) verbliebenen Kernstrecken vom Bayerischen Geologischen Landesamt zu übernehmen.

Die Aufnahme des Fossilinhaltes im gesamten Kernmaterial erfolgte bereits durch Herrn Dr. h. c. O. Hölzl, der seinerzeit als Bearbeiter der Bohrungen die auftretenden Mollusken

*) Dipl.-Geol. D. Barthelt, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, Richard-Wagner-Straße 10, 8000 München 2.

zumeist auf Gattungen, seltener – bedingt durch den häufig schlechten Erhaltungszustand der Fossilien – auf die Art genau bestimmte. Eigene Beobachtungen an den Bohrkernen brachten ferner wichtige ergänzende Informationen über die Biostratinomie.

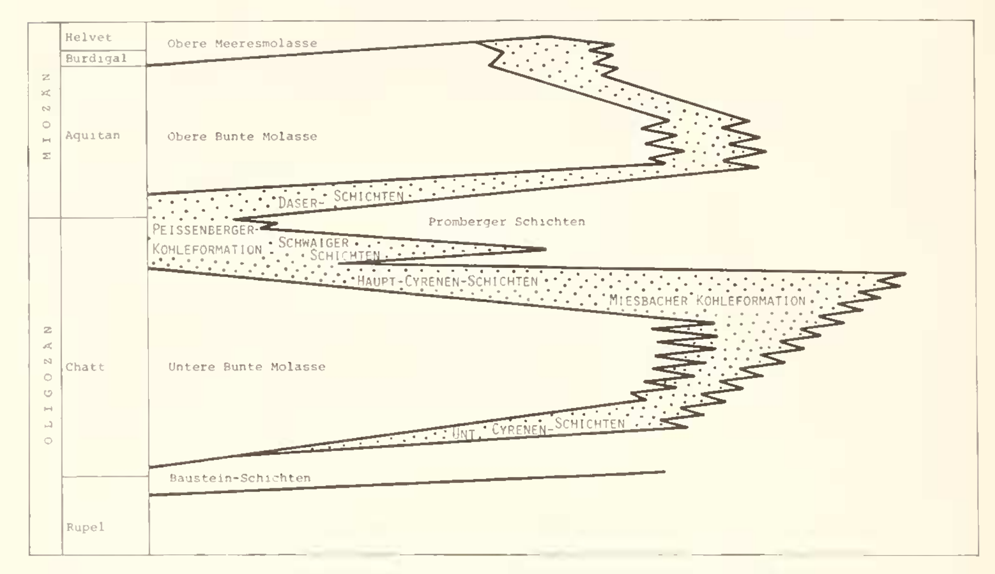


Abb. 1: Stratigraphische Übersichtstabelle; verändert nach PAULUS (1963). Flözmolasse punktiert.

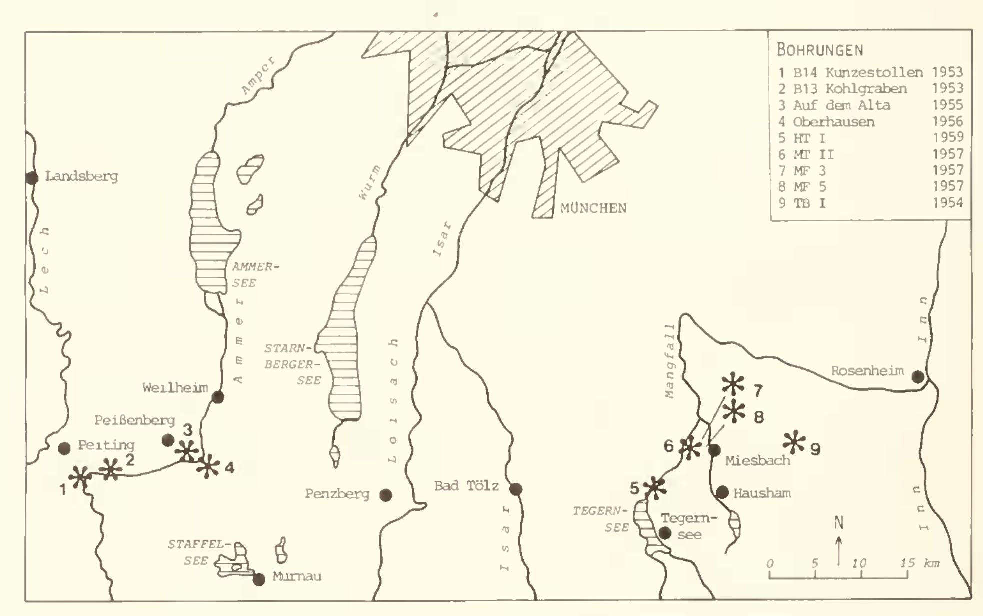


Abb. 2: Übersichtskarte mit Bohransatzpunkten; eingetragen sind die neun Bohrungen, deren Kernmaterial zur Verfügung stand.

Für die Anregung zu dieser Arbeit danke ich Herrn Prof. Dr. D. HERM, Universitäts-Institut für Paläontologie und historische Geologie, München, sowie der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die finanzielle Unterstützung. Mein Dank gilt auch der Bayerischen Berg-, Hütten- und Salzwerke AG, München, und dem Bayerischen Geologischen Landesamt, München, für die Freigabe bzw. Bereitstellung des Bohrkern- und Archivmateriales. Ferner möchte ich mich bei den Herren K. DOSSOW, München, und F. HÖCK, München, für die Ausführung der Zeichen- und Fotoarbeiten bedanken.

Bemerkungen zur Fauna

Für die vorliegende Arbeit wurde in erster Linie der Bestand an auftretenden Bivalven und Gastropoden einer genauen Betrachtung unterzogen. Es interessierten vor allem ökologische Aussagen, die anhand von Rezentstudien (ABBOTT 1974, ABBOTT & DANCE 1982, ANDREWS 1971, BERNARD 1983, BERNARD 1984, MORRIS 1973, PILSBRY & BEQUAERT 1927, REHDER 1981) oder einschlägiger Vergleichsliteratur aus dem ungarischen Eger (BÁLDI 1973, STRAUSZ 1966) getroffen wurden. Informationen über Salinitätsoptima, Salinitätstoleranzen, Lebens- und Ernährungsweise sowie bevorzugtes Substrat ermöglichten Rückschlüsse auf die jeweilige Fazies.

Wie sich zeigte, war für eine Auswertung die Bestimmung der Fossilien auf Gattungen durchaus hinreichend, zumal im vorliegenden Fall selbstverständlich nicht die ganzen Gruppen gemeint sind, sondern lediglich die jeweils für die oberbayerische Brackwasser-Molasse (Ober-Oligozän bis Unter-Miozän) in Betracht kommenden Arten.

Bei der Entwicklung eines Faziesmodelles erwies es sich nicht als zweckmäßig, die auftretende Fauna in bestimmte Assoziationen aufzugliedern und diese spezifischen Ablagerungsräumen zuzuordnen, sondern vielmehr lediglich Tendenzen je nach gefordertem Salinitätsoptimum anzugeben, um den entsprechenden Lebensbereich abschätzen zu können. Somit ergeben sich nicht etwa streng voneinander abgrenzbare Faunengemeinschaften, sondern mehr oder minder zufällige, sehr variabel erscheinende, ineinander übergehende Faunenzusammensetzungen, die in hohem Maße kurzfristige Ereignisse, wie z. B. Hochwässer oder Sturmfluten widerspiegeln können.

Im folgenden werden die wichtigsten, nur zum Teil noch rezent vorkommenden Spezies der Flözmolasse sowie deren ökologische Daten vorgestellt. Weitere, aber für die Auswertung weniger bedeutende Arten werden lediglich namentlich erwähnt.

Bivalven:

Polymesoda convexa (BRONGNIART 1820)
Salinität: Optimum: 3‰–10‰; sehr selten höher.
Lebensweise: Infauna; flach im Schlamm oder Sand eingegraben.
Wassertemperatur: warm; zwischen 18° und 31 °C
Lebensraum: in Ästuaren, im Intertidal, knapp unterhalb der Niedrigwasserlinie, in flußdominanten Lagunen, in Mangrovensümpfen.

Gari protracta (MAYER 1893)
Salinität: euryhalin: 3‰–35‰
Lebensweise: Infauna; tief im Schlamm eingegraben. Sedimentfresser
Lebensraum: in Ästuaren, in Lagunen, im Litoral, seltener im seichten Sublitoral.

Pitar (Paradione) beyrichi (SEMPER 1861)
Salinität: ±stenohalin
Lebensraum: Litoral bis mitteltiefes Sublitoral (Wassertiefe: bis ca. 120 m).

Pitar (Cordiopsis) polytropa ANDERSON 1958
Salinität: erträgt Salzmangel; Mindestsalinität: 10‰
Lebensraum: Litoral bis mitteltiefes Sublitoral; möglicherweise auch in Ästuaren.

Pitar (Paradione) splendida (MERIAN 1858)
Salinität: stenohalin-marin
Lebensraum: seichtes bis mitteltiefes Sublitoral

Mytilus aquitanicus MAYER-EYMAR 1858
Salinität: euryhalin
Lebensweise: Epifauna; mit Byssus am Boden angeheftet. Suspensionsfresser
Lebensraum: im Litoralbereich

Ostrea cyathula LAMARCK 1806
Salinität: extrem euryhalin: 10‰–30‰
Lebensraum: Litoral bis seichtes Sublitoral, in Lagunen;
bildet bisweilen Austernbänke.

Congeria basteroti (DESHAYES 1836)
Salinität: 3‰–10‰
Lebensweise: Epifauna; mit Byssus fixiert
Lebensraum: in Lagunen, in Ästuaren?

Unio sp.
Salinität: Frischwasser (0‰), maximal 3‰
Lebensraum: in Flüssen, auch in Lagunen.

Gastropoden:

Tympanotonus margaritaceus (BROCCHI 1814)
Salinität: extrem euryhalin;
Optimum: 10‰–30‰
Lebensweise: Pflanzenfresser
Lebensraum: auf flachen, siltigen Stränden, in Lagunen, in Ästuaren (?); rezente Vertreter der Gattung *Tympanotonus* kommen in Mangrovensümpfen vor.

Pirenella plicata (BRUGUIÈRE 1792)
Salinität: extrem euryhalin;
bevorzugte Salinität: 10‰–30‰
Lebensweise: Pflanzenfresser
Lebensraum: auf flachen, siltigen Stränden (unterhalb der Niedrigwasserlinie), in Lagunen.

Protoma diversicostata (SANDBERGER in GÜMBEL 1861)
Salinität: euryhalin
Lebensraum: Litoralbereich, jedenfalls Seichtwasser.

Melanopsis hantkeni HOFMANN 1870
Salinität: extrem euryhalin;
Optimum: 3‰–10‰
Toleranz: 0‰–35‰
Lebensweise: Pflanzenfresser
Lebensraum: in Ästuaren, in Lagunen, im Litoralbereich, selten auch im seichten Sublitoral, in Flüssen (?).

Hydrobia ventrosa (MONTAGU 1803)
Salinität: Toleranz: 3‰–10‰, möglicherweise auch im Süßwasser (?)
Lebensweise: Pflanzenfresser
Lebensraum: in Lagunen, in Ästuaren (?)

Theodoxus pictus (FÉRUSSAC 1825)
Salinität: extrem euryhalin;
Toleranz: 3‰–30‰
Lebensweise: Pflanzenfresser
Lebensraum: in Ästuaren, in Lagunen, im Litoralbereich.

Brotia escheri (BRONGNIART 1823)
Salinität: Optimum: 0‰–3‰
Toleranz: bis 10‰
Lebensweise: Pflanzenfresser
Lebensraum: in Ästuaren, in Flüssen.

Planorbarius cornu (BRONGNIART 1810)
Salinität: Frischwasser, maximal bis 3‰ (?)
Lebensraum: in ruhigen, stehenden oder sehr langsam fließenden Gewässern der Ebene (Flüsse, Seen) mit Pflanzenbewuchs; auch in Sumpfgewässern.

Radix subovata (ZIETEN 1830)
Salinität: Frischwasser; maximal bis 3‰ (?)
Lebensraum: meist in stehenden, schlammigen Gewässern mit Pflanzenbewuchs, aber auch in fließenden Gewässern.

Weitere, zumeist Brackwasser vertragende Arten der oberbayerischen Flözmolasse:

Anadara gümbeli (MAYER 1868)
Batissa arndti HÖLZL 1957
Batissa gigas (HOFMANN 1870)
Corbula carinata DUJARDIN 1837
Corbula (Varicorbula) gibba (OLIVI 1792)
Diplodonta rotundata MONTAGU 1803
Phacoides borealis (LINNE 1767)
Saxolucina (Megaxinus) aff. *bellardiana* (MAYER-EYMAR 1864)
Siliqua div. spec.
Tellina langeckeri HÖLZL 1957
Ampullina (Megatylotus) crassatina (LAMARCK 1818)
Ocinebrina bistriata (GÜMBEL 1861)

Ferner finden sich in den Bereichen höherer Salinität mitunter Foraminiferen (vor allem Milioliden) sowie häufiger Reste von Krebsen (zumeist wahrscheinlich *Callianassa*). Die terrestrische Fazies der Oberen (Aquitan) und Unteren (Chatt) Bunten Molasse sowie die terrestrischen Einschaltungen innerhalb der Flözmolasse werden durch das meist spärliche Auftreten von Landschnecken angezeigt. Allerdings finden sich auch außerhalb der terrestrischen Bereiche Landschnecken zusammen mit *Viviparus pachystoma* bisweilen in schwach brackische Abschnitte der Flözmolasse eingeschwemmt.

Analog zum Faziesmodell, das in der vorliegenden Arbeit vorgestellt wird, ergibt sich eine salinitätsabhängige Verteilung der Faunenzusammensetzung, je nachdem, ob fluviatiler oder mariner Einfluß überwiegt. Dies kann – wie bereits erläutert – durch sehr kurzlebige Ereignisse stark wechseln und sich dann in variierenden Faunenzusammensetzungen bemerkbar machen.

Die idealisierte und vereinfachte Darstellung in Abb. 3 soll das Vorkommen der in der Unteren Brackwasser-Molasse am häufigsten auftretenden Mollusken je nach deren Salinitätsopti-

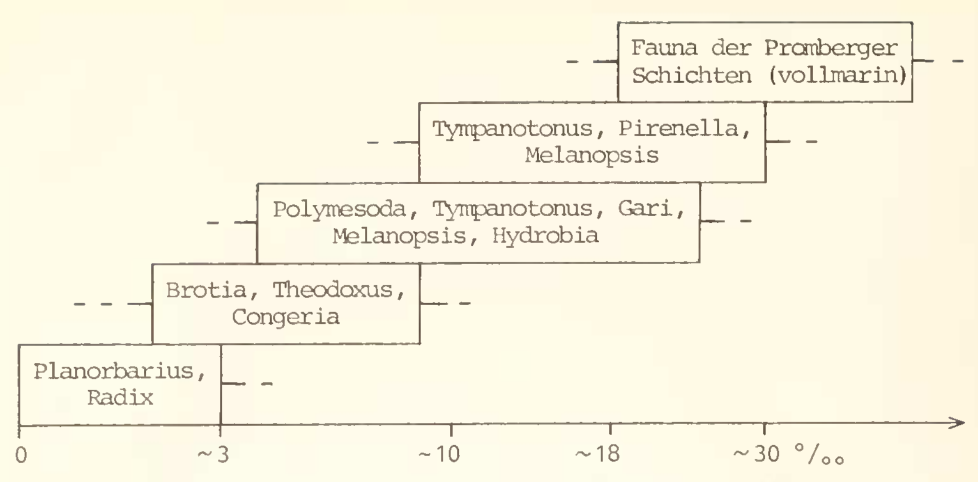


Abb. 3: Schematische Zusammenstellung der wichtigsten in der Unteren Brackwasser-Molasse vorkommenden Mollusken in Abhängigkeit von ihrer Salzverträglichkeit.

mum sowie die möglichen tendenziellen Verschiebungen im Rahmen der artspezifischen Toleranz gegenüber Salzgehaltsschwankungen verdeutlichen.

Prinzipiell auffällig ist der hohe Anteil jener Arten innerhalb der Flözmolasse, die stark euryhalin sind und zudem in Ästuaren sowie gezeitenbeeinflußten Rinnen und Flüssen vorkommen können.

Bemerkungen zu den Sedimentstrukturen

(Tafel 1, 2)

In der nachstehenden Liste sind all jene Sedimentstrukturen zusammengestellt, die in den Obertage-Aufschlüssen des bearbeiteten Gebietes oder in den untersuchten Kernstrecken anzutreffen waren. Die Zuordnung der aufgefundenen Strukturen zu denkbaren Ablagerungsräumen erfolgte überwiegend durch Rezentvergleiche anhand der Angaben von Reineck et al. (1978) und Reineck (1984).

- Belastungsmarken und plastische Deformation
- Bioturbation
- Diskordanzen
- Erosionsrinnen
- Flaser- und Linsenschichtung
- Gezeitenschichtung
- Gradierte Schichtung
- Kletternde Rippeln
- Kolke und Kolkausfüllungen
- Konvolutschichtung
- Laminierter Sand
- Reaktivationsflächen
- Rieselmarken

- Rippelschichten
- Rutsch- und Stauchgefüge
- Schlickgerölle
- Schräg- und Kreuzschichtungen
- Schwundrisse (Trockenrisse/Synäreserisse)
- Strömungsstreifung
- Tempestite
- Wechselschichtung (z. T. mit micro-flame-structures)

Außerdem sind folgende Anreicherungsformen von Muschelschalen und Schneckengehäusen in den bearbeiteten Bereichen vorhanden:

- Schill
- Schillpflaster
- Bruchschill
- Hochkantstellung von Schalen
- Spülsäume

Bei einer zusammenfassenden Betrachtung der in den untersuchten Bereichen der oberbayerischen Flözmolasse auftretenden Sedimentstrukturen fällt auf, daß der überwiegende Teil dieser Strukturen unter anderem gezeitenbeeinflußte Rinnen- und Rinnenflankenfazies oder Flußablagerungen anzeigt. Einen Formenschatz an Strukturen wie er für offene Wattflächen (beispielsweise an der Nordseeküste) typisch wäre, läßt sich für die Untere Brackwasser-Molasse nicht feststellen. Unter der Annahme, daß die Flözmolasse vermutlich dennoch unter Gezeiteneinfluß (wahrscheinlich Mikrotiden mit einem Tidenhub unter 1,8 m) stand, ergibt sich die Schlußfolgerung, daß wattflächenäquivalente Gebiete Mangrovensumpf-ähnlich bewachsen waren und sich deshalb keine charakteristischen Auftauchanzeichen ausbilden konnten. In der Flözmolasse auftretende, bis zu 35 cm mächtige, extrem dicht gepackte Schillanreicherungen werden als Strandwall-Ablagerungen interpretiert.

Entwicklung eines Faziesmodelles

Anhand einer Rezentstudie am Golf von Papua (Irion & Petr 1979) sollen die vergleichbaren ökologischen und sedimentologischen Verhältnisse in der oberbayerischen Brackwasser-Molasse aufgezeigt und hierfür ein Faziesmodell vorgestellt werden.

Die Feinkörnigkeit der Sedimente und der Anteil an organischem Material, die auf Rinnen und Ästuare hinweisenden Sedimentstrukturen, die euryhaline Fauna und das Auftreten von Krebsresten sowie das vermutete regenreiche, ausgeglichen-warme Klima der Flözmolasse zeigen auffallend viele Parallelen zu dem Mangrovengebiet am Golf von Papua.

Die für einen Vergleich entscheidende Gemeinsamkeit stellt die Tatsache dar, daß es sich bei den Sedimenten in beiden Fällen um rein allochthone Ablagerungen in Gezeitengewässern aus einem starker Bodenerosion unterworfenem Hinterland (im Falle der oberbayerischen Molasse sind es die sich gerade auffaltenden Alpen) handelt und nicht etwa um karbonatische – also autochthon gebildete – Sedimente, wie sie rezent z. B. an der Küste Floridas vorkommen. Vermutlich verhindern die hohe Sedimentationsrate, die starke Wasserzufuhr durch die Flüsse und auch große Niederschlagsmengen eine Übersättigung an $CaCO_3$.

Um die Ähnlichkeiten zwischen dem Golf von Papua als gegenwärtigen Ablagerungsraum und der Flözmolasse als mögliches fossiles Pendant aufzuzeigen, seien zunächst einige geologische und geographische Gegebenheiten des rezenten Vergleichsgebietes beschrieben. Wie aus Abb. 4 hervorgeht, handelt es sich bei dem betrachteten Gebiet am Golf von Papua im wesentli-

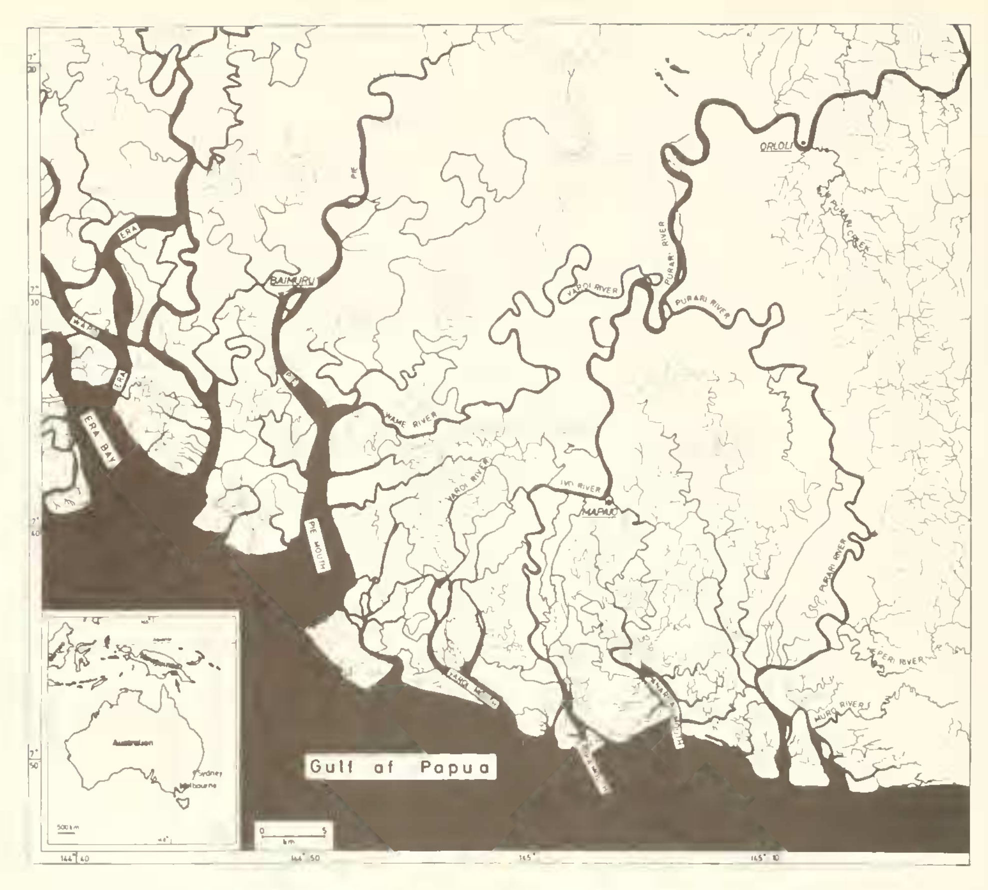


Abb. 4: Hydrographische Karte des Gebietes am Golf von Papua Neu-Guinea (aus IRION & PETR 1979).

chen um einen Deltabereich sowie um tief in das Land hineinreichende trichterförmige Buchten (z. B. Pie-Bucht). Das ca. 50 km breite Delta wird durch den Purari-Fluß gebildet, der sich bereits 40 km landeinwärts in mehrere Arme aufteilt und mit zunehmender Annäherung an die Strandlinie immer häufiger Verbindungsarme zwischen den verschiedenen Hauptrinnen aufweist. Ebenfalls vorhandene Gezeitenkanäle können im Einzelfall bis zu 30 m Breite erreichen. Hauptarme wie auch Gezeitenrinnen transportieren Sand als Bodenfracht und ein Silt-Ton-Gemisch in Suspension.

Da es sich am Golf von Papua um eine Flachküste mit in Küstennähe nur geringen Wassertiefen sowie um einen Gezeitenbereich mit einem Tidenhub von 2–3 m (in der Pie-Bucht bis über 4 m) handelt, treten einerseits gelegentlich küstennahe Sandbänke – ähnlich den Platen der Nordsee – auf, andererseits ist die Wirkung von Ebbe und Flut in den tiefgelegenen Deltabereichen von weitflächiger Bedeutung.

Durch die klimatischen Gegebenheiten (subtropisch bis tropisch) erstreckt sich am Golf von Papua zwischen einem ausgedehnten, seewärtig vorgelagerten Strandwall und den landeinwärts im oberen Deltabereich gelegenen Süßwassersümpfen ein bis zu 30 km breiter Gürtel mit dichten Mangrovenbeständen. Anders als in nördlichen Breiten finden sich hier also keine vegetationsfreien, den Wattflächen äquivalente Gezeitenbereiche mit einem entsprechenden struktu-

rellen Aufbau der Sedimente, sondern vielmehr ein von dichten Pflanzendecken bewachsenes Auftauchgebiet. Bei Tidehochwasser werden die Böden der Mangrovenwälder mit marinem bis brackischem Wasser überschwemmt, wobei suspensionsreiches Wasser tief in die Wälder eindringt, während bei Tideniedrigwasser die Mangroven trockenfallen.

Durch die Tätigkeit von Krabben und anderen Bodenbewohnern wird die Primärschichtung der feinkörnigen Sedimente (überwiegend Silte) in den Mangrovenwäldern zerstört, d. h., die Bioturbation führt zu einer Homogenisierung der Sedimente. Die Ausbildung von Sedimentstrukturen (Gezeitenschichtungen, Wechselschichtungen etc.) ist also im wesentlichen auf die ständig wasserbedeckten Gebiete, insbesondere auf die subtidalen Bereiche der Rinnen beschränkt. Auch verbleibt der herangebrachte Sand in den Flüssen und Wattrinnen, so daß durch deren laterale Verlagerung im Mangrove-Watt ausgedehnte longitudinale Sandkörper in mächtigen bioturbaten Silten eingeschaltet sein können.

In abweichender Weise gestalten sich die Sedimentationsbedingungen in den trichterförmigen Buchten am Golf von Papua. Hier ist die Wasserzufuhr durch die Flüsse deutlich geringer und die herangebrachte Sedimentmenge von nur untergeordneter Bedeutung. Der überwiegende Teil des im Pie-Ästuar abgelagerten Sedimentes stammt vom Purari-Fluß, entweder durch Küstenlängstransport oder durch die Gezeitenrinnen in die Bucht verfrachtet.

Versucht man nun die oben beschriebenen Verhältnisse am Golf von Papua auf die oberbayerische Flözmolasse zu übertragen, sind auffallend viele Übereinstimmungen feststellbar. Wie bereits erläutert, ist unter der Annahme, daß das Molassemeer Gezeiteneinfluß unterworfen war, aufgrund der Befunde an Sedimentstrukturen nicht mit vegetationsfreien Wattflächen zu rechnen. Vielmehr sind für die Flözmolasse ebenfalls mit dichtem Pflanzenbewuchs bedeckte Auftauchgebiete anzunehmen, wobei zunächst offen bleiben muß, ob es sich bei diesen Pflanzen im vorliegenden Fall tatsächlich um Mangroven handelt oder um eine Flora, die in ihrer Ökologie zwar dem heutigen Vorkommen von Mangroven gleicht, dennoch aber aus anderen Pflanzen besteht.

Das untersuchte Gebiet der Brackwasser-Molasse zwischen Peiting und Miesbach läßt sich als Ausschnitt eines Deltas interpretieren, das von sedimentbeladenen Flüssen aus den sich gerade in Auffaltung befindlichen Alpen aufgebaut wurde. Ein sich verzweigendes System aus Flußläufen, Verbindungsarmen und Gezeitenrinnen, in denen sich wohl der Großteil der aufgefundenen Sedimentstrukturen gebildet haben dürfte, brachte große Mengen an allochthonen Sedimenten zur Ablagerung. Grobkörnige Sedimente (überwiegend Sande, seltener Gerölle) finden sich meist nur in den Flüssen und gezeitenbeeinflußten Rinnen selbst. Aber auch im küstennahen Subtidal (hier in Form von Sandbänken) sowie in Strandwällen kann es zur Ablagerung von Sand gekommen sein. Ferner finden sich in unstrukturierte Silte eingeschaltete Sandkörper, die auf eine laterale Verlagerung von Rinnen und Prielen hinweisen. Auch der von Gillitzer (1955) beschriebene, südwestlich von Peißenberg anstehende, linsenartig auskeilende Schnalz-Sandstein kann als solcher longitudinaler, durch Rinnenverlagerung entstandener Sandkörper gedeutet werden, zumal darin wiederum verfüllte Erosionsrinnen und subaquate Rutschungen zu beobachten sind.

Die an die Rinnen angrenzenden gezeitenunterworfenen und dicht mit Pflanzen bewachsenen Auftauchgebiete jener Flachküste dürften sich heute durch unstrukturierte Mergel und vielleicht auch durch das massenhafte und vorherrschende Auftreten von *Tympanotonus margaritaceus* auszeichnen, worauf auch das Vorkommen rezenter Vertreter der Gattung *Tympanotonus* an der heutigen Mangrovenküste von Gabun/Afrika hinweisen könnte.

Ein marin-brackisches bis brackisches Milieu (vermutlich um 18‰) dürfte für die Wattbereiche der Flözmolasse anzunehmen sein, was auch die nicht seltenen Funde von Krebsresten in diesen Gebieten vermuten lassen. Die Strukturlosigkeit der Wattsedimente, d. h. der hohe Grad der Bioturbation ist nicht zuletzt auf die Tätigkeit jener Krebse zurückzuführen.

Der wahrscheinlich intensive Wasseraustausch zwischen dem mehr oder minder marinen Küstenwasser und den gezeitenbeeinflußten Rinnen sowie auch den landwärtigen Süßwasser-führenden Flüssen und ihre enge Wechselwirkung miteinander, u. a. bedingt durch Tidenströmungen und wetterverursachte Ereignisse (z. B. Sturmfluten und Hochwässer), erklären die euryhaline Beschaffenheit der auftretenden Fauna. Je nachdem, ob eher mariner oder fluviatiler Einfluß überwiegt, wären kurzfristige, unstete Schwankungen in den Faunenzusammensetzungen denkbar. Solch mögliche Verschiebungen lassen eine strenge Zuordnung von engumgrenzten Faunenassoziationen zu bestimmten Ablagerungsbereichen innerhalb des beschriebenen Rinnen- und Flußsystems als nicht sinnvoll erscheinen. Sollten in einem Abschnitt überwiegend Arten vorkommen, die eher höhere Salinitäten bevorzugen, läßt sich daraus allenfalls größere Küstennähe vermuten. Je weiter von der Küstenlinie entfernt, je weiter also rinnen- bzw. flußaufwärts, werden in zunehmendem Maße mehr Süßwasser-bevorzugende Arten auftreten. Demnach sind mit wachsender Entfernung von der Küste lediglich kontinuierliche Änderungen in den Faunenzusammensetzungen hin zu reinen Süßwasser-bewohnenden Arten zu erwarten.

In den höhergelegenen Deltabereichen schlossen sich im Hinterland Süßwassersümpfe an, in denen – vornehmlich aus *Glyptostrobus* und *Taxodium* gebildet – Torfe zur Ablagerung gelangten, die im Laufe der Zeit zu mehr oder minder abbauwürdigen Kohlen wurden. Diese mit Süßwassersümpfen und einer durchgehenden Vegetation bedeckten Regionen mögen örtlich durch offene Wasserflächen und Altwasserarme unterbrochen gewesen sein, in denen es zur Bildung der Stinksteine gekommen sein dürfte.

Kritische Anmerkungen zum Mangrovenbewuchs

Obwohl Mangrovenbäume seit der Mittelkreide bekannt sind und auch im London Clay (Eozän) bereits nachgewiesen werden konnten (freundl. mündl. Mitt. E. Rieber), fehlt in der bayerischen Molasse leider bisher jeder Anhaltspunkt für die Existenz von Mangroven. Dennoch ist nicht auszuschließen, daß es sich bei der sicherlich nicht vegetationslosen Küstenregion der Flözmolasse um Mangrovenbewuchs gehandelt haben könnte.

Irion & Petr (1979) sind der Meinung, daß Ablagerungen einer Mangrovenküste von der Art, wie sie rezent am Golf von Papua beobachtet werden können, im fossilen Fall sehr schwer als solche zu identifizieren wären, vor allem, wenn auch noch die entscheidenden Fossilfunde fehlen. Es scheint möglich, daß zwar Mangroven im Bereich der Flözmolasse vorhanden waren, daß aber die Sedimentationsbedingungen für eine Erhaltung und Fossilisation zu ungünstig waren. So gelangt auch Reineck (1984) zu der Ansicht, daß in Mangrovensumpf-Gebieten bei den entsprechenden klimatischen Gegebenheiten der Abbau von organischer Substanz durch Krabben und Bakterien besonders groß sei.

Ferner besteht die Möglichkeit, daß die mit Vegetation bedeckten Wattflächen im Falle der bayerischen Brackwasser-Molasse nicht etwa von Mangroven besiedelt waren, sondern von grasartigen Pflanzen, die in ihren ökologischen Anforderungen denen von Mangroven ähneln und somit deren Platz eingenommen haben könnten. Fossilfunde, die in der Flözmolasse bereits gemacht wurden, weisen möglicherweise darauf hin (freundl. mündl. Mitt. W. Jung).

Außerdem existiert in der Brackwasser-Molasse eine große Anzahl glattrandiger Blätter, die aber noch einer genauen Untersuchung bedürfen. Es ist nicht auszuschließen, daß eine eingehende Bearbeitung dieser Funde Anhaltspunkte für das Vorkommen von Mangroven in der Flözmolasse liefern könnte (freundl. mündl. Mitt. W. Jung).

Die Entstehung der Kohlen und die Sedimentationsmechanismen in der Flözmolasse

Die Kohlen der Unteren Brackwasser-Molasse sind wohl als paralische Kohlen zu bezeichnen, obwohl ihr Bildungsraum nicht der unmittelbare Küstenstreifen ist, sondern die in den höhergelegenen Deltabereichen anzutreffenden Süßwassersümpfe mit ihrem Bestand an *Glyptostrobus* und *Taxodium.* Wahrscheinlich bedingten laterale Rinnen- und Mündungsverlagerungen, daß ehemals vorbauende Deltabereiche verlassen wurden und der weitere Deltavorbau daraufhin an anderer, neuer Stelle stattfand. Die mehr oder minder inaktiven Deltagebiete wichen allmählich zurück, indem sich die Sedimente kompaktierten und Meerwasser in die nunmehr tiefergelegenen Deltaregionen vordringen konnte. Scruton (1960) bezeichnet solche Vorgänge als destruktive Deltaphasen (im Gegensatz dazu findet in der konstruktiven Phase der Vorbau eines Deltas statt). Der so erfolgte Meeresvorstoß könnte einen relativen Anstieg des Grundwasserspiegels zur Folge gehabt haben. Durch das Eindringen von salzigen Wässern in das Grundwasser der bereits vorher nur wenige Meter über dem Meeresspiegel gelegenen Gebiete der Süßwassersümpfe, kam es bei der Salzempfindlichkeit der Sumpfzypressen zu deren Absterben. Dadurch wurde die bis zu jenem Zeitpunkt andauernde Torfbildung beendet. Die Torf- bzw. Kohlebildungsphasen fanden meist – zumindest im Raum Peißenberg erkennbar – durch marin-brackische oder brackische Sequenzen ihren vorläufigen Abschluß.

Bei einer Reaktivierung der ehemals verlassenen Deltaregionen kam es dann wiederum zu einer starken klastischen Sedimentation. Dieser neuerliche Vorbau des Deltas wird in den Vertikalabfolgen durch eine allmähliche Aussüßung dokumentiert, wie anhand der zunehmend Süßwasser-bevorzugenden Fauna feststellbar ist. Unter reinen Süßwasserbedingungen siedelten sich alsbald Sumpfzypressen neu an und es kam abermals zu Torfbildungen.

Diese Vorgänge, die im weitesten Sinne als Zyklizität bezeichnet werden können, wiederholten sich im Bereich der Flözmolasse mehrfach und sind zumindest im Raum Peißenberg (in der Bohrung „Auf dem Alta") in 20 Fällen zu rekonstruieren. Jene doch relativ regelmäßig ausgebildeten Abfolgen zeigen allerdings fast nie vollständige Sequenzen. Das „transgressive" Geschehen, das das Absinken der Landoberfläche und die entsprechende Zunahme der Salinität dokumentieren würde, ist praktisch nie erhalten, so daß man für den transgressiven Teil überwiegend erodierende und aufarbeitende Wirkung annehmen muß. In den Vertikalsequenzen ergeben sich somit Abfolgen, die nach einer meist scharfen Zäsur Sedimente mit marin-brackischer oder brackischer Fauna zeigen. Eine allmähliche Aussüßung führt dann gegen das Hangende schließlich zu kohligen Ablagerungen bzw. zu Kohleflözen. Darauf erfolgt nach wiederum scharfer Zäsur eine Wiederholung dieser wie „regressive Hemizyklen" erscheinenden Sequenzen.

Von Bedeutung ist die Feststellung, daß sich die Sedimentationsmechanismen der Kohlenabbaugebiete um Peißenberg sowie um Miesbach nach Auswertung der Bohrprofile voneinander unterscheiden. Der Grund hierfür ist sicherlich nicht in der Tatsache zu sehen, daß die Miesbacher Kohleformation stratigraphisch älter als die kohleführenden Hauptcyrenen-, Schwaiger- und Daser-Schichten der Peißenberger Region ist. Vielmehr dürften geringe fazielle Unterschiede die Ursache für die voneinander abweichenden Vertikalabfolgen darstellen.

Im Falle der Miesbacher Kohleformation ist anzunehmen, daß die klastischen und organischen Sedimente nicht in einem eigentlichen Deltabereich zum Absatz gelangten, sondern in dazu peripher gelegenen Regionen, die eher ästuarinen Charakter besaßen, ähnlich den rezenten Verhältnissen am Golf von Papua. Dort liegt neben dem eigentlichen Delta des sedimentreichen Purari-Flusses die ästuarine Pie-Bucht, deren Zuflüsse zu geringe Mengen Wasser und Sediment liefern, als daß auch hier ein Delta vorgebaut werden könnte. Das bedeutet im Vergleich mit der Miesbacher Kohleformation, daß es infolge der Ausbildung eines Ästuars nicht zu solch gravie-

renden Rinnen- und Mündungsverlagerungen wie im Deltagebiet des Peißenberger Bereiches kommen konnte. Somit zeigen die Vertikalabfolgen der Miesbacher Region sehr unregelmäßig gestaltete Sequenzen, die es nicht erlauben, aufgrund der ökologischen Aussagekraft der Fauna zyklenähnliche Abschnitte auszuscheiden, wie dies im Raum Peißenberg möglich ist.

Die mehr oder minder unregelmäßige Beschaffenheit der Abfolgen im Miesbacher Bereich ist vermutlich im wesentlichen auf Schwankungen der zugeführten Sedimentmengen zurückzuführen. Änderungen der Niederschlagsmengen, wechselhafte Strömungsbedingungen in den Gewässern oder tektonische Vorgänge während der Alpenauffaltung, die für die Schwankungen der Sedimentmengen verantwortlich sein könnten, waren wohl in der Miesbacher Region von sehr viel stärkerer Wirkung als dies in den westlicher gelegenen eigentlichen Deltagebieten der Fall gewesen ist. Je nachdem, ob sich Ablagerung und Abtragung im Ästuarbereich die Waage hielten, oder ob eines von beiden überwog, blieb die Strandlinie entweder konstant oder sie verschob sich unter entsprechender Auswirkung auf das Hinterland und damit auf die Kohlebildungsphasen.

Die sowohl im Peißenberger als auch im Miesbacher Raum häufigen, innerhalb der Flözbereiche vorkommenden und als Bergemittel zwischen den Kohlelagen auftretenden klastischen Sedimente dürften als Folge von Hochwässern und Rinnenverlagerungen dorthin gelangt sein. Relikte von spät- oder postdiagenetischer Aufarbeitung und Auswaschung an den Flözhorizonten waren während des umgehenden Bergbaus häufig feststellbar und erschwerten seinerzeit den Abbau.

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß die relativ regelmäßigen, zyklenartigen Vertikalsequenzen der Peißenberger Kohleformation als Folge von örtlichen Meeresvorstößen zu sehen sind und lediglich in Teilbereichen des Deltas wirksam wurden. Bei tatsächlichen Meeresspiegelschwankungen würden nicht nur Teile des Deltas überflutet werden, sondern der gesamte Komplex. Mit der lokalen Begrenztheit der Meeresvorstöße kann erklärt werden, warum weder der Habitus der einzelnen Kohlebildungsphasen noch die Anzahl jener zyklenähnlichen Vertikalabfolgen noch ein Vergleich der Mächtigkeiten zur Parallelisierung einzelner Sequenzen über größere Horizontalentfernungen hinweg herangezogen werden kann.

Eine abschließende Betrachtung zeigt, daß die Gesamtheit der in dieser Arbeit erfolgten Erklärungen weitestgehend von den bisher in der Literatur vertretenen Meinungen unabhängig macht, der wechselvolle Werdegang der oberbayerischen Flözmolasse sei als Folge einer unstet verlaufenen Beckensubsidenz des Molassetroges oder aber als Resultat echter Meeresspiegelschwankungen zu sehen.

Schriftenverzeichnis

ABBOTT, R. T. (1974): American Seashells (The Marin Mollusca of the Atlantic and Pacific Coasts of North America). – 663 S., zahlreiche Abb., 24 Taf.; Toronto (Van Nostrand Reinhold Company).

ABBOTT, R. T. & DANCE, S. P. (1982): Compendium of Seashells. – X + 411 S., zahlreiche Abb.; New York (E. P. Dutton).

ANDREWS, J. (1971): Sea shells of the Texas coast. – The Elma Dill Russell Spencer Foundation Series, **5**: XVII + 298 S., zahlreiche Abb., 6 Kt.; Austin, London (University of Texas Press).

BALDI, T. (1973): Mollusc Fauna of the Hungarian Upper Oligocene (Egerian). Studies in Stratigraphy, Palaeontology, Palaeogeography and Systematics. – 511 S., 55 Abb., 4 Tab., 51 Taf.; Budapest (Akadémiai Kiado).

BARTHELT, D. (in Vorbereitung): Faziesanalyse und Untersuchung der Sedimentationsmechanismen in der Unteren Brackwasser-Molasse Oberbayerns. – Dissertation; München.

BAYER. GEOL. LANDESAMT: GEODOK-Lagerstätten. – Unveröffentlichte Archivunterlagen; München.

BERNARD, F. R. (1983): Catalogue of the living Bivalvia of the eastern Pacific Ocean: Bering Strait to Cape Horn. – Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., **61**: 102 S.; Ottawa.

BERNARD, P. A. (1984): Shells of Gabon. – 140 S., zahlreiche Abb., 73 Taf.; Libreville/Gabon (P. A. Bernard).

GILLITZER, G. (1955): Geologische Neuaufnahme des Peißenberger Kohlenreviers. – Geologica Bavarica, **23**: 64 S., 14 Abb., 2 Taf., 1 geol. Kt. 1:25000; München.

IRION, G. & PETR, T. (1979): Mangrovensedimente am Golf von Papua. – Natur und Museum, 109 (9): 297–304, 7 Abb.; Frankfurt am Main.

MORRIS, P. A. (1973): Field Guide Shells of the Atlantic and Gulf Coasts and the West Indies. – The Petersen Field Guide Series, 3. Aufl.: XXVIII + 330 S., 76 Taf.; Boston/Mass. (Houghton Mifflin Comp.).

PAULUS, B. (1963): Zur Stratigraphie und Fazies der oligozänen und miozänen Molasse im südlichen Oberbayern. – Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. Ing., 30: 53–97, 12 Abb.; Riehen/Basel.

PILSBRY, H. A. & BEQUAERT, J. (1927): The Aquatic Mollusks of the Belgian Congo. With a Geographical and Ecological Account of Congo Malacology. – Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., **53**: 69–602, 93 Abb., 67 Taf., 15 Kt.; New York.

REHDER, H. A. (1981): The Audubon Society Field Guide to North American Seashells. – 894 S., 705 Abb.; New York (Knopf).

REINECK, H.-E. (1978): Das Watt. Ablagerungs- und Lebensraum. – 2. erweit. Aufl., 185 S., 88 Abb.; Frankfurt am Main (Kramer).

REINECK, H.-E. (1984): Aktuogeologie klastischer Sedimente. – 348 S., 250 Abb., 12 Taf.; Frankfurt am Main (Kramer).

SCRUTON, P. C. (1960): Delta Building and the Deltaic Sequence. – Recent Sediments, Northwest Gulf of Mexico; AAPG Symposium Volume, 1960: 82–102, 17 Abb.; Oklahoma City.

STRAUSZ, L. (1966): Die Miozän-Mediterranen Gastropoden Ungarns. – 693 S., 221 Abb., 79 Taf.; Budapest (Akadémiai Kiadó).

Tafelerläuterungen

Tafel 1

Bild 1: Bohrung HT I/1959; Teufe: 701,50–702,00 m; Schlammbreccie. ×1,0

Bild 2: Bohrung Oberhausen 1956; Teufe: 1576,00–1576,67 m; Flaserschichtung und Reaktivationsflächen im liegenden Bereich; Konvolutschichtung im hangenden Teil. ×1,0

Bild 3: Bohrung Oberhausen 1956; Teufe: 1510,70–1513,70 m; Gradierte Schichtungen, Erosionsdiskordanzen und Reaktivationsflächen; Schwundriß mit micro-flame-structure. ×1,0

Bild 4: Bohrung HT I/1959; Teufe: 214,30–214,95 m; Rutsch- und Stauchgefüge. ×1,0

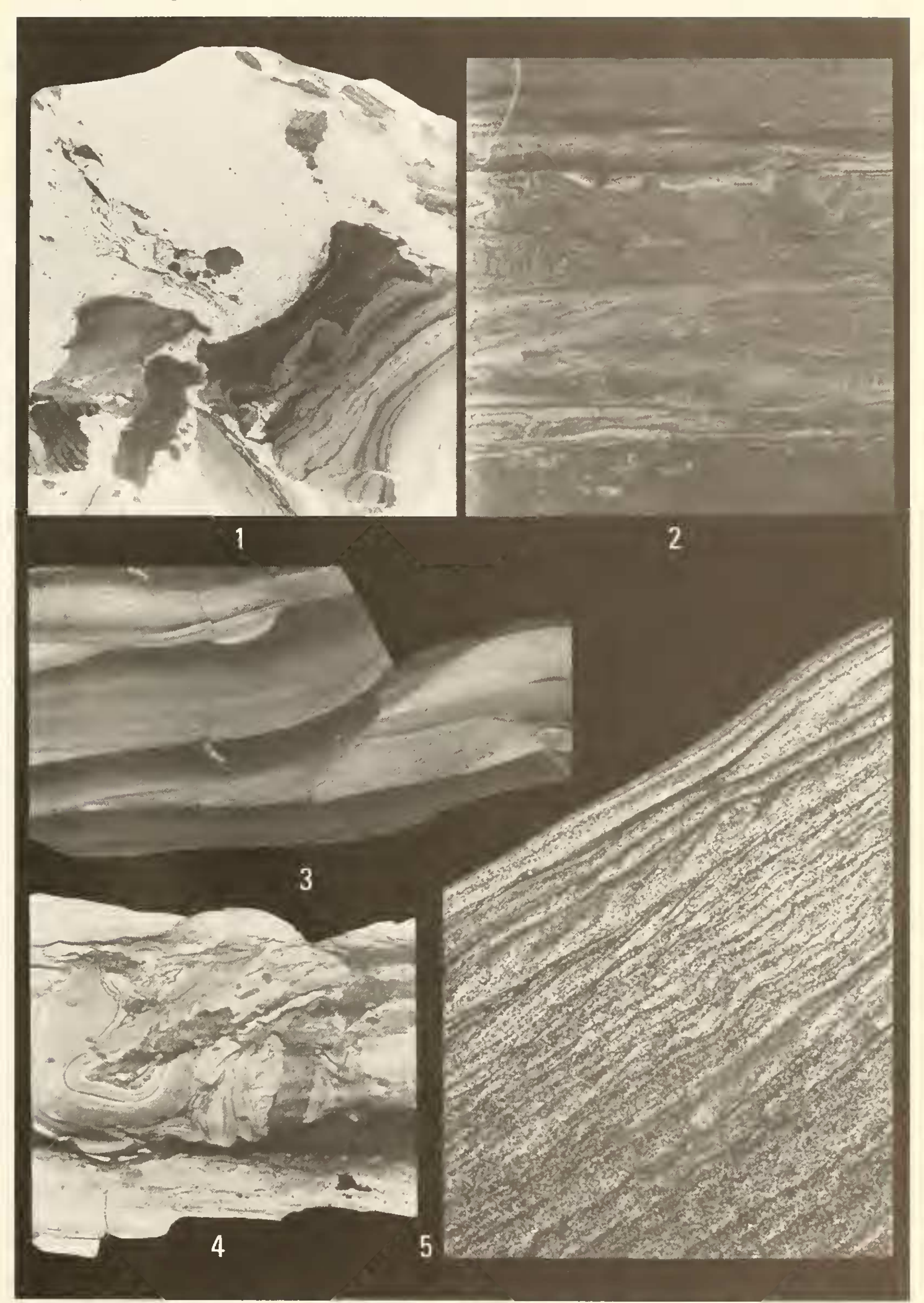
Bild 5: Bohrung Oberhausen 1956; Teufe: 1446,50–1447,70 m; Schrägschichtungsgefüge mit kletternden Rippeln. ×1,0

Tafel 2

Bild 1: Bohrung „Auf dem Alta" 1955; Teufe: 1190,65–1191,70 m; Wechsel- bzw. Linsenschichtung, z. T. als gradierter Rhythmit ausgebildet; mehrere Reaktivationsflächen; Schwundrisse, teilweise mit micro-flame-structures. ×1,0

Bild 2: Bohrung Oberhausen 1956; Teufe: 1510,70–1513,70 m; Sturmflutschichtung aus dem Supratidal mit mehreren fining-upward-Lagen; häufig Erosionsdiskordanzen und Wühlgänge. ×1,0

Bild 3: Bohrung Oberhausen 1956; Teufe: 1535,35–1538,00 m; Wechsel- und Rippelschichtung, z. T. mit Gradierung; häufig Erosionsdiskordanzen; Reaktivationsflächen; selten Schwundrisse in den dunklen, bindigen Lagen, hier z. T. feinlaminierter Aufbau (möglicherweise Reste mikrobieller Matten); lagenweise Bioturbation; Kolk mit Bivalvenschalen (vermutlich *Polymesoda*). × 1,0


1
2
3
4
5


1
2
3